

400307

告

400307

申請日期	87.12.15
案 號	87120868
類 別	C01B3/24

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	用以製造高純度氫 ^{所製 成之 氫} 法及設備
	英 文	Process and apparatus for producing high purity hydrogen
二、發明人 創作	姓 名	1.林有銘 2.雷敏宏
	國 籍	中華民國
	住、居所	1.新竹縣竹東鎮中興路4段195-6號64館 工研院能資所 2.台北市辛亥路4段101巷140弄64號之8
三、申請人	姓 名 (名稱)	中國石油股份有限公司
	國 籍	中華民國
	住、居所 (事務所)	台北市中華路1段83號
	代 表 人 姓 名	陳朝威

第1頁

裝

訂

線

400307

A5
B5所聖
局專
註冊
商標
章務

四、中文發明摘要(發明之名稱： 用以製造高純度氫氣之方法及設備)

所聖
局專
註冊
商標
章務

一種藉由蒸汽重組製造高純度氫氣之裝置包含至少一個重組室，該重組室具有一重組催化劑床，至少一個氫氣可滲透薄膜管，該薄膜管係被設置於該重組室內且限制一氫氣隔間，該薄膜管係可滲透氫氣，藉此而容許重組催化劑床中所產生之氫氣進入該氫氣隔間；以及至少一個緊鄰該重組催化劑床而設之氧化室用以燃燒對該薄膜管不可滲透之氣體及用以供應熱至該重組室，該氧化室具有一氧化催化劑床，且該氧化室係藉由至少一部份的該重組催化劑床而與該薄膜管相隔開。經由該項設備以製造氫氣之方法亦揭露於本發明中。

所聖
局專
註冊
商標
章務

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

英文發明摘要(發明之名稱： PROCESS AND APPARATUS FOR PRODUCING HIGH PURITY HYDROGEN)

An apparatus for producing hydrogen includes at least one reforming chamber containing a reforming catalyst bed for reforming a carbonaceous fuel into hydrogen, at least one hydrogen-permeable membrane tube disposed inside the reforming chamber to be surrounded by the reforming catalyst bed and to confine therein a hydrogen compartment, and at least one oxidation chamber provided adjacent to the reforming catalyst bed for burning the gas not permeable to the membrane tube and for supplying heat to the reforming chamber. The oxidation chamber has an oxidation catalyst bed. A process for producing hydrogen via the apparatus is also disclosed.

裝

訂

線

87120868

修正
88年2月7日
補充

C6
D6

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

本案已向：

美 國 (地區) 申請專利，申請日期：1998.12.4 案號：09/206,126，☐有 ☒無主張優先權

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

87120868

修正
88年2月7日
補充

C6
D6

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C 分類：

本案已向：

美國(地區) 申請專利，申請日期：1998.12.4 案號：09/206,126, ☐有 ☒無主張優先權

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

用以製造高純度氫氣方法及設備

所
聖
格
正
章

發明背景

1. 發明領域

本發明係有關一種藉由含碳燃料之蒸汽重組製造高純度氫氣方法及設備。該設備包含裝有一可滲透氫氣薄膜管之重組室及一裝有氧化催化劑床之氧化室設置於該設備內。

2. 相關前案說明

碳氫化合物或含碳燃料，如甲醇、乙醇、汽油、石油及類似之物質之蒸汽重組以製造氫氣供用於多種不同的應用已揭露於習知技術。本發明係特別關於含碳燃料之蒸汽重組來產生氫氣作為燃料電池之用以供用於電動汽車及現場電廠。

碳氫化合物如甲醇的蒸汽重組為一種可逆及吸熱反應。因此必須提供熱以容許反應的進行及達到反應平衡的狀態。蒸汽重組反應的產率最高只能達到反應平衡時的轉化率。由於在低溫下具有較差之轉化率，蒸汽重組的反應溫度必須升到相當高的溫度以得到滿意之氫氣產率。如此高的反應溫度可以藉由在反應過程中抽出產物中之一種以破壞反應平衡來降低而仍維持相同的產率。

傳統上，從含碳燃料的蒸汽重組所獲得的氫氣一般可達到約70%的純度。此一純度必須進一步純化，例如純化至高於95%的純度以有效地用於燃料電池。

如在半導體工業中所見的，高純度氫氣可以藉由使用

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(2)

一層薄的鈀或鈀合金金屬層薄膜來獲得。但是，由於其具有低的氫氣通氣量，導致該薄膜須要較大的表面積而需要龐大的費用，因此這種薄膜並不適合應用在工業的規模。尤其，在應用的過程中，該薄金屬層的厚度通常過於薄以致不具有足夠之機械強度，特別是在高溫及高壓的環境下。

美國專利5,451,386揭露一種管式多孔性陶瓷載體，其具有一鈀金屬層沉積在該管式陶瓷載體的內面。比較上述傳統的薄膜，使用這種薄膜可以提供較高之氫氣通氣量及選擇性，以及對於在高溫分離氫氣時具有較佳之機械強度，例如當應用在促進氫的分解上。雖然該陶瓷載體可以被用在高溫及高壓下，其鈀金屬層薄膜的厚度必須大於10 μm 以避免任何缺陷的發生。此一限制會降低氫氣通氣量的提升，然而此通氣量的提升卻須藉助縮小該鈀金屬層薄膜的厚度。

根據上述美國專利中Buxbaum等人所揭露的，一種沉積在一鈀圓盤上且有2 μm 的鈀薄膜在萃取氫氣的應用時，在500°C以上之溫度下會失效，此係因為在如此的溫度下，該鈀金屬會擴散至該鈀金屬中，致使氫氣不能通過該鈀薄膜。

美國專利5,741,474揭露一種藉由重組碳氫化合物及/或含氧原子碳氫化合物而形成含氫之重組氣體及自該重組氣體分離出氫氣來製造高純度氫氣之系統。這種系統包括一裝有供用於蒸汽重組及供部份氧化之催化劑之重組室，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

五、發明說明(3)

及一氫分離薄膜例如一鈀或鈀-銀合金薄膜。藉由該部份氧化所生成的熱與燃燒該不可滲透氣體所生成的熱可以延續該重組反應。然而，該不可滲透氣體的燃燒必需額外的燃料來燃燒。同時，該項燃燒常須要在極高的溫度下進行，此意味著須要特殊材質以用於設備的構造及防止大量的熱散失。除此之外，該不可滲透氣體之燃燒並不能完全轉化該氣體成為不污染氣體而排放至環境中。

發明概要

因此，本發明的目的係提供一種藉由重組碳氫化合物以製造高純度氫氣之方法及設備，該方法係可以克服上述之缺點。

根據本發明之一層面，一種藉由蒸汽重組含碳燃料以製造高純度氫氣之設備包含至少一個重組室，該重組室具有一經由蒸汽重組使該含碳燃料催化生成氫氣之重組催化劑床；至少一個氫氣可滲透薄膜管，該薄膜管係被設置於該重組室內而被該重組催化劑床所包圍且限制一氫氣隔間，該薄膜管係可滲透氫氣，藉此而容許重組催化劑床中所產生之氫氣進入該氫氣隔間；以及至少一個緊鄰該重組催化劑床而設之氧化室用以燃燒對該薄膜管不可滲透之氣體及用以供應熱至該重組室，該氧化室具有一氧化催化劑床，且該氧化室係藉由至少一部份的該重組催化劑床而與該薄膜管相隔離。

根據本發明之另一層面，一種藉由蒸汽重組含碳燃料及瞬時分離氫氣而以製造高純度氫氣之法包含下列步

所製
格正
章務

五、發明說明(4)

驟：設置一裝有重組催化劑床之重組室，以及一裝設於該重組室內之氫氣可滲透薄膜管，而使該薄膜管可被該重組催化劑床所包圍，該薄膜管係界定一氫氣隔間；緊鄰該重組室設置一氧化室，以及一裝設於該氧化室內之氧化催化劑床；加入含有該含碳燃料之混合物至該重組催化劑床中以進行蒸汽重組反應及產生氫氣與其他重組氣體；自該氫氣隔間抽出氫氣；以及容許其他重組氣體進入該氧化室以進行催化氧化該其他重組氣體而形成不污染氣體。

用於本發明之該氫可滲透薄膜係包括一多孔性基材及一薄的金屬層，該金屬層較佳係擇自由鈀或鈀合金所組成之群組，該金屬層係沉積在該基材的表面上。該多孔性基材係擇自由多孔性不鏽鋼及多孔性陶瓷材質所組成之群組。該基材具有一範圍約0.5mm至2mm之厚度。該金屬層具有一範圍約1至20 μ m之厚度。

該重組催化劑床係擇自由銅基催化劑、鐵基催化劑及鎳基催化劑所組成之群組。該氧化催化劑床包含一擇自由鈀及鉑催化劑所組成的群組。該含碳燃料的蒸汽重組反應可以在250至550 $^{\circ}$ C下進行。該經重組氫氣在2至20atm之薄膜傳輸壓差下被抽出。該含碳燃料係擇自由甲醇、乙醇汽油、石油以及此等之混合物所組成之群組。在本發明的一個實施例中，進入該重組室之混合物包括甲醇及蒸汽。甲醇係以0.5至30h⁻¹的WHSV進料，及蒸汽與甲醇的莫耳比範圍為1：2。

由於在本發明中於氧化室內使用氧化催化劑床使得可

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(5)

以使用較低之溫度來氧化該燃料及該不可滲透重組氣體，以提供熱至該重組室。除此之外，該不可滲透重組氣體可以被完全轉化成不污染氣體之廢氣排放，而不須額外之設備用以處理該不可滲透重組氣體。

本發明可以提供高氫氣滲透流量使得重組溫度及傳輸薄膜壓力差降至一較低的程度。以如此高的氫氣滲透流量可以使該含碳燃料或碳氫化合物的轉化率被提高，甚至達到90%以上。重組溫度及傳輸薄膜壓力差的降低可以提供使用較便宜的材料供用於整個反應器、節省熱能以及減低對該氫可滲透薄膜的機械強度及穩定度的不良影響的好處。除此之外，如此高的氫氣滲透流量可以提供縮小該設備的體積至更小的單元的可能性，因而可適用於連接至一燃料電池以供用於電動汽車或現場電廠。

圖式之簡單說明

本發明之其他功能及優點係在發明詳細說明中參照下列附圖作說明：

第1圖繪示一依據本發明所構造之單套管反應器或設備；

第2圖繪示一依據本發明所構造之雙套管反應器或設備；

第3圖繪示一依據本發明所構造之一多重套管設備；以及

第4圖繪示一依據本發明所構造之另一多重套管設備。

五、發明說明(6)

詳細說明

以下本發明係藉由實施例及參照上述圖式來做詳細說明。

如第1圖所示，依據本發明之一設備係被做成一單套管反應器10，該反應器10包含一具有重組室12之外管11及一內管14，該重組室12內裝有一重組催化劑床13，而該內管14係縱向延伸穿過且被該重組催化劑床13所包圍。該內管14係一支撐式薄膜管且界定一氫氣隔間16於其內部。

實施例1

於本實施例中，測試係於第1圖之該設備上完成的。該內管或之支撐式薄膜管14係一支撐式鈀薄膜管，其係以無電鍍法鍍在一多孔性不鏽鋼載體表面上。該多孔性不鏽鋼載體係購自一設於美國之Mott Metallurgical公司。該多孔性不鏽鋼載體具有1mm的厚度及 $0.5\mu\text{m}$ 之過濾等級。該鈀層的厚度約為 $15\mu\text{m}$ 。經製備之該支撐式鈀薄膜管係在不同之溫度及壓力下被測試。經分析，該支撐式薄膜管的氫氣滲透行為係遵循著Sieverts' 定律。氫氣可滲透率之測量值範圍約為 3 至 $10\text{m}^3/\text{m}^2\text{-h-atm}^{0.5}$ ，及氫選擇率範圍 H_2/N_2 係從 100 至 $5,000$ 。三種分別為薄膜#1、#2及#3之不同的支撐式鈀薄膜管被用來進行數項實驗。

在實驗中，氫氣與氮氣係由一外管11進入該重組室12內，及在該重組室中之該氫氣係藉由該重組室12與該氫氣隔間16之傳輸薄膜壓力差而被連續地抽到該氫氣隔間16。在該重組室12中之不可滲透氣體係自該外管11流出。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

五、發明說明(7)

氫氣可滲透流量(每單位薄膜表面積滲透的氫氣流量)及 H_2/N_2 選擇率(單一氫氣與氮氣之滲透流量比)在不同的溫度及壓力下之結果係列於表1、表2以及表3中。該支撐式薄膜的滲透端(下游端)係固定在一大氣壓下。

表1

薄膜#1, 操作溫度: 350°C, 氫氣隔間壓力: 1atm				
傳輸薄膜壓力差, atm	3	6	9	11
H_2 可滲透率, m^3/m^2-h	4.29	7.41	10.20	11.89
選擇率, H_2/N_2	3508	3977	3037	2831

表2

薄膜#2, 傳輸薄膜壓力差: 6 atm, 氫氣隔間壓力: 1atm				
操作溫度, °C	350	375	400	450
H_2 可滲透率, m^3/m^2-h	4.35	5.01	5.64	6.47
選擇率, H_2/N_2	224	235	252	284

表3

薄膜#3, 傳輸薄膜壓力差: 3atm, 氫氣隔間壓力: 1atm					
操作溫度, °C	250	300	325	350	375
H_2 可滲透率, m^3/m^2-h	4.27	5.25	5.86	6.24	6.90
選擇率, H_2/N_2	96	127	157	183	195

實施例2

使用如第1圖中之設備及實施例1中之該支撐式薄膜管所完成之其他測試係為研究該支撐式薄膜管的氫氣可滲透

五、發明說明(8)

率。其操作溫度係為 350°C 。氫氣及氮氣的濃度各為50%該氫氣隔間內部壓力為1至2atm。經滲透的氫氣純度為99.5%。該等測試的結果係列於下表4中。

表 4

氫氣滲透流量, $\text{m}^3/\text{m}^2\text{-h}$		氫氣隔間壓力: atm	
		1	2
重組室內壓力, atm	3	0.53	-
	3.7	0.78	-
	4.5	0.98	0.17
	5	1.13	0.41
	5.7	-	0.77

表4說明在該氫氣隔間內操作高壓的可行性。此一可行性可以容許在後續壓縮氫氣至一壓力容器內的步驟中節省壓縮能源。

實施例3

第1圖中之單套管反應器10與傳統不具有薄膜管反應器之氫氣出口濃度之比較係在此實施例中完成。

參照第1圖，含碳燃料及水由該外管11之一端進入該重組室12以藉由重組催化劑進行蒸汽重組反應。存在在該重組室之重組氣體之氫氣在重組的過程中藉由該重組室12與該氫氣隔間16之間的傳輸薄膜壓力差被連續地抽至該氫氣隔間16。未進入該氫氣隔間16之氫氣及該重組氣體中殘餘的氣體係當做出口氣體被排放。

該單套管反應器10與該傳統反應器的操作條件係相同。供用於蒸汽重組的催化劑係為銅鋅催化劑，其係由Nissan Girdler公司所製造之商品G66B。操作條件為 350°C 。甲醇被用來作為蒸汽重組的原料，及其進料至反應器

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(9)

量為 $8h^{-1}$ WHSV(weight hourly space velocity)。蒸汽與碳的比為 1.2:1。

測試的結果如下表 5

表 5

	甲醇轉化率, Wt%	H_2 通量, m^3/m^2-h	H_2 純度, %	殘留氣體通量, m^3/m^2-h	殘留氣體組成, Vol%		
					H_2	CO	CO_2
第1圖的設備	100	2.7	99.9	5.5	60.7	6.6	32.7
傳統反應器	99.5	-	-	8.1	74.0	5.2	20.8

比較傳統反應器所製造的氫氣，本發明中第1圖的設備直接製造實質上為純的氫氣，而該傳統反應器所製造的氫氣須要進一步純化以獲得純的氫氣。值得注意的為本發明中第1圖的設備的甲醇轉化率係略為高於傳統反應器者。

第2圖繪示一依據本發明所構造的雙套管反應器20。比較第1圖中該單套管反應器10，該雙套管反應器20另包含一外殼21，該外殼21界定一氧化室22，該氧化室22包含一氧化催化劑床23包圍第1圖中該單套管反應器10。該氧化室22係經由一連接裝置(未繪示)而與該重組室12相通。藉由該氧化室22，該不可滲透氣體可以被氧化及轉化成不污染氣體以便排放。

實施例4

數個測試係在該雙套管反應器20及該單套管反應器10中以相同的操作條件完成，除了該雙套管反應器20中之該氧化室及其內的氧化催化劑Pd/Al₂O₃。

銅鋅催化劑被用作重組催化劑床。重組室內的反應溫度及壓力係分別為350℃及6atm。甲醇的進料速率為 $8h^{-1}$ WHSV，及蒸汽與碳的比為 1.2:1。進入該氧化室22以氧化

五、發明說明(10)

該不可滲透氣體的空氣速率為 1200h^{-1} GHSV(gas hourly space velocity)。

測試的結果係列於下表6

表6

	甲醇轉化率, Wt%	H_2 通量, $\text{m}^3/\text{m}^2\text{-h}$	殘留氣體組成, vol%		
			H_2	CO	CO_2
雙套管反應器	100	2.6	25.9	4.6	69.5
單套管反應器	100	2.7	60.7	6.6	32.7

如表6結果所顯示的，該裝設有氧化催化劑23的雙套管反應器20出口氣體中所含氫氣及一氧化碳的量係大幅地降低。

實施例5

本實施例係探討甲醇進料速率對氫氣產率的影響。除了甲醇的進料速率WHSV及料/膜面積比(甲醇進料速率與鉑薄膜表面積之比)外，本實施例中，實驗用的反應器及條件係與實施例4中者相同。本測試的結果如下表7。

表7

甲醇進料速率 WHSV, h^{-1}	料/膜面積比, $\text{mole}/\text{h}\text{-m}^2$	H_2 通量, $\text{m}^3/\text{m}^2\text{-h}$	氫氣產率 %
5	105	3.16	41
10	104	2.92	38
15	104	1.94	26

表7的結果顯示氫氣產率隨著甲醇進料速率的增加而降低。

實施例6

本實施例係探討料/膜面積比對氫氣產量的影響。本實施例中，除了甲醇的進料速率WHSV及料/膜面積比外，

五、發明說明 (11)

實驗用的反應器及條件係與實施例4中者相同。本測試的結果如下表8。

表 8

甲醇進料速率 WHSV, h ⁻¹	料/膜面積比, mole/h-m ²	H ₂ 通量, m ³ /m ² -h	氫氣產率 %
5	103	2.74	36
5	52	2.54	66
10	204	2.87	19
10	104	2.92	38
15	155	2.26	20
15	78	1.82	32

表8顯示當料/膜面積比降低一半時，氫氣的產率加倍。

實施例 7

本實施例係證明雙套管反應器作為清潔排放的可行性。本實施例中，除了甲醇的進料速率WHSV及料/膜面積比外，實驗用的反應器及條件係與實施例4中者相同。本測試的結果如下表9。

表 9

甲醇進料速率, WHSV, h ⁻¹	料/膜面積比, Mole/h-m ²	H ₂ 通量, m ³ /h-m ²	氫氣產率, %	出口氣體組成, Vol%		
				H ₂	CO	CO ₂
1	22	1.36	85	0	0	100
3	62	2.80	62	0	0	100
5	52	2.54	66	0	0	100
5	105	3.16	41	8.8	1.6	89.6

表9顯示重組氣體中不可滲透氣體中的氫氣及一氧化碳可以被完全轉化成不污染氣體排放至環境中。

五、發明說明 (12)

實施例 8

本實施例係探討氫氣產率與重組壓力之間的關係。本實施例中，除了重組室內的壓力外，實驗用的反應器及條件係與實施例 4 中者相同。本測試的結果如下表 10。

表 10

重組室內壓力， Atm	氫氣通量， $m^3/h-m^2$	氫氣產率， %
3	0.53	7
6	2.92	38
9	3.25	42

表 10 顯示氫氣的產率隨反應壓力的升高而增加。

實施例 9

本實施例係探討氫氣產率與重組溫度之間的關係。本實施例中，除了重組室內的溫度外，實驗用的反應器及條件係與實施例 4 中者相同。本測試的結果如下表 11。

表 11

重組室內溫度， °C	氫氣通量， $m^3/h-m^2$	氫氣產率， %
325	2.40	32
350	2.92	38
375	3.14	41

表 11 顯示氫氣的產率隨反應溫度的升高而增加。

參照第 3 圖，一多重套管裝置 30 包含一外殼 31，該外殼 31 限制一用以收納一氧化催化劑床 33 之氧化室 32。4 支管式構件 34 設置於該氧化室 32 內，且被該氧化催化劑床所包圍。每一個管式構件 34 收納一重組催化劑床 35 及一氫氣可滲透薄膜管 14。該等薄膜管 14 係藉由該氧化催化劑床

五、發明說明 (13)

33所隔開。

如第4圖所繪示的，另一種依據本發明所構造而用以製造氫氣的多重套管裝置40包括一外殼41，該外殼41限制一裝滿重組催化劑床43之重組室42。5支管式構件45間隔設置於該重組室42內，且被該重組催化劑床43所包圍。每一支管式構件45限制一設置有氧化催化劑床47之氧化室46。數支薄膜管14也間隔設置於該重組催化劑床43內。該薄膜管14係藉由該氧化催化劑床47所隔開。

本發明並不受上述之實施例所限制，該等實施例係作為舉例說明，且本發明在後附之申請專利範圍中所請求保護的範圍內可以有多種不同的方式作改變。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

線

公告本

A8
B8
C8
D8

修正
88年1月8日
補充
88-27

六、申請專利範圍第87120868號修正本

1. 一種藉由蒸汽重組含碳燃料以製造高純度氫氣之裝置，該裝置包含：

至少一個重組室，該重組室具有一經由蒸汽重組使該含碳燃料催化生成氫氣之重組催化劑床；

至少一個氫氣可滲透薄膜管，該薄膜管係被設置於該重組室內而被該重組催化劑床所包圍且限制一氫氣隔間，該薄膜管係可滲透氫氣，藉此而容許重組催化劑床中所產生之氫氣進入該氫氣隔間；以及

至少一個緊鄰該重組催化劑床而設之氧化室用以燃燒對該薄膜管不可滲透之氣體及用以供應熱至該重組室，該氧化室具有一氧化催化劑床，且該氧化室係藉由至少一部份的該重組催化劑床而與該薄膜管相隔開。

2. 如申請專利範圍第1項之裝置，其更進一步包含一外殼及一同心圓地設置於該外殼內之管式構件，該管式構件限制該重組室及收納該重組催化劑床，該薄膜管係同心圓地設置於該管式構件內且被該重組催化劑床所包圍，該氧化室係在該外殼與該管式構件之間形成以收納該氧化催化劑床。

3. 如申請專利範圍第1項之裝置，其更進一步包含一外殼及數個相隔開且於該外殼內部縱向地延伸之管式構件，該外殼限制該重組室且收納該重組催化劑床，該重組催化劑床包圍數個該薄膜管，該等薄膜管係相互隔開且在該重組室內部縱向地延伸，該等管式構件係與該等薄膜管相隔開且被該重組催化劑床所包圍，該

六、申請專利範圍

管式構件限制數個該氧化室。

4. 如申請專利範圍第1項之裝置，其更進一步包含一外殼及數個相隔開且於該外殼內部縱向地延伸之管式構件，該等管式構件限制數個重組室，該外殼限制該氧化室，該氧化催化劑床包圍該管式構件及該管式構件內的重組催化劑床，每一個管式構件收納至少一個該薄膜管，每一個該管式構件內的該重組催化劑床包圍該薄膜管。
5. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該氫氣可滲透薄膜管包含一多孔性基材及一層沉積在該多孔性基材表面上薄的金屬層。
6. 如申請專利範圍第5項之裝置，其中該多孔性基材包含一多孔性不鏽鋼。
7. 如申請專利範圍第5項之裝置，其中該多孔性基材包含一多孔性陶瓷材質。
8. 如申請專利範圍第6項之裝置，其中該薄的金屬層係擇自由鈮與鈮合金所組成的群組中之一者。
9. 如申請專利範圍第7項之裝置，其中該薄的金屬層係擇自由鈮與鈮合金所組成的群組中之一者。
10. 如申請專利範圍第5項之裝置，其中該基材具有一範圍為0.5至2mm之厚度，及該薄的金屬層具有一範圍為1至20 μ m之厚度。
11. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中該重組催化劑床係擇自由以銅為主之催化劑、以鐵為主之催化劑、及以

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

六、申請專利範圍

鎳為主之催化劑所組成的群組之中者。

12如申請專利範圍第1項之裝置，其中該氧化催化劑床係擇自由鈮與鉑所組成的群組之中者。

13一種藉由蒸汽重組含碳燃料及瞬間分離蒸汽重組之氫氣以製造高純度氫氣之方法，該方法包含：

設置一裝有重組催化劑床之重組室，以及一裝設於該重組室內之氫氣可滲透薄膜管，而使該薄膜管可被該重組催化劑床所包圍，該薄膜管係界定一氫氣隔間；

緊鄰該重組室設置一氧化室，以及一裝設於該氧化室內之氧化催化劑床；

加入含有該含碳燃料之混合物至該重組催化劑床中以進行蒸汽重組反應及產生氫氣與其他重組氣體；

自該氫氣隔間抽出氫氣；以及

容許其他重組氣體進入該氧化室且進行催化氧化該其他重組氣體以形成不污染氣體。

14如申請專利範圍第13項之方法，其中該氫氣可滲透薄膜管包含一多孔性基材及一層沉積在該多孔性基材表面上之薄的金屬層。

15如申請專利範圍第14項之方法，其中該多孔性基材包含一多孔性不鏽鋼。

16如申請專利範圍第14項之方法，其中該多孔性基材包含一多孔性陶瓷材質。

17如申請專利範圍第15項之方法，其中該薄的金屬層係擇自由鈮與鈮合金所組成的群組中之一者。

六、申請專利範圍

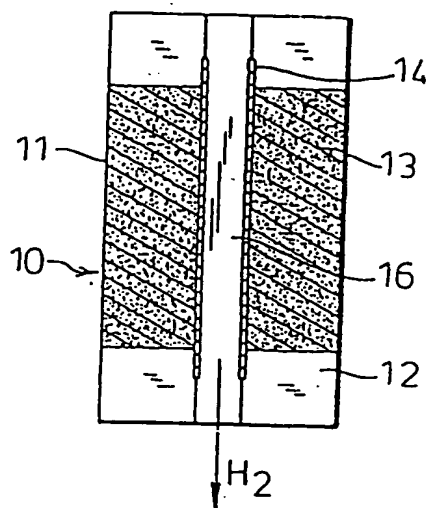
- 18如申請專利範圍第16項之方法，其中該薄的金屬層係擇自由鈀與鈀合金所組成的群組中之一者。
- 19如申請專利範圍第14項之方法，其中該基材具有一範圍為0.5至2mm之厚度，及該薄的金屬層具有一範圍為1至20 μ m之厚度。
- 20如申請專利範圍第12項之方法，其中該重組催化劑床係擇自由以銅為主之催化劑、以鐵為主之催化劑、及以鎳為主之催化劑所組成的群組之中者。
- 21如申請專利範圍第12項之方法，其中該氧化催化劑床係擇自由鈀與鉑所組成的群組之中者。
- 22如申請專利範圍第12項之方法，其中該蒸汽重組反應係在一溫度範圍為250至550 $^{\circ}$ C下進行重組反應。
- 23如申請專利範圍第12項之方法，其中該氫氣係在一範圍為2至20 atm 之傳輸壓力差下被抽出。
- 24如申請專利範圍第12項之方法，其中該含碳燃料係擇自由甲醇、乙醇、汽油、石油以及由此等混合之混合物所組成群組之中者。
- 25如申請專利範圍第12項之方法，其中該混合物包含甲醇及蒸汽，且該甲醇的進料速率(WHSV)為0.5至30h $^{-1}$ ，而該蒸汽與該甲醇的莫耳比為1:2。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

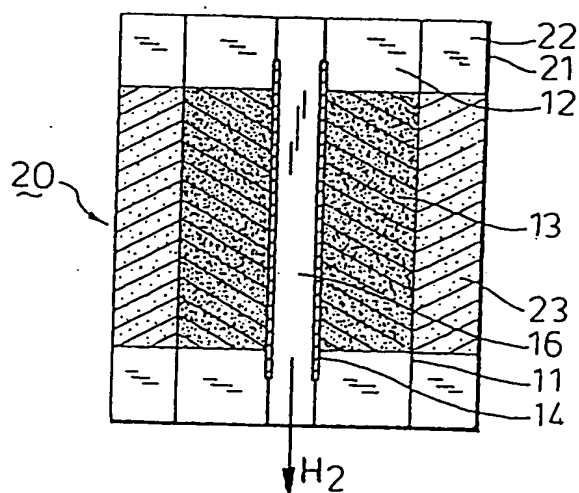
訂
線

圖式

400307



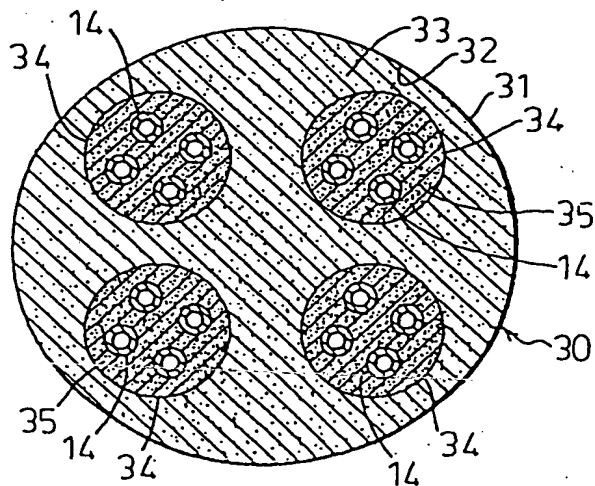
第一圖



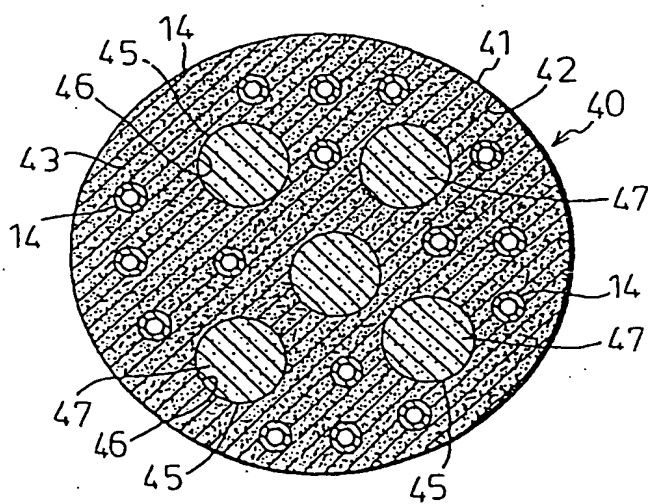
第二圖

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)

圖式



第三圖



第四圖

(請先閱讀背面之注意事項再行繪製)